Climatologia de Cubatão

Simone Valarini e Rita Yuri Ynoue[1]

[1] – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo- IAG-USP- Rua do Matão, 1226 –São Paulo – SP – Brasil, email: valarini@model.iag.usp.br, ritaynoue@model.iag.usp.br

RESUMO

A Cidade de Cubatão, localizada a aproximadamente 50km da Cidade de São Paulo, é uma das áreas mais industrializadas. Na década de 1970 foi nomeada como o "Vale da Morte", pois é conhecidamente uma das cidades mais poluídas do mundo. Além da alta emissão de poluentes, os episódios de poluição do ar são freqüentes devido as péssimas condições de dispersão. Este trabalho apresenta a variação média anual e diurna da temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e concentração de material particulado para o período 2005-2009 em Cubatão - Estação Centro.

ABSTRACT

The city of Cubatão, Brazil, is a heavily industrialized area, located approximately 50 km from São Paulo. In the 1970's it was labeled as "the Valley of Death", internationally known as the worst polluted city in the world. Besides the high emission of contaminants, air pollution episodes are frequent due to poor air dispersion conditions. This paper presents annual and diurnal average variation of temperature, relative humidity, wind speed and particulate matter concentration for the 2005-2009 period at Cubatão – Centro station.

Palavras-chave: Cubatão, Material Particulado, Mini-Vol

1 – INTRODUÇÃO

A cidade de Cubatão possui sérios problemas de poluição do ar devido ao seu rápido desenvolvimento industrial, topografia acidentada e condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos.

Na década de 80, a cidade ficou conhecida como o "Vale da Morte" e nos meses de outubro e novembro de 1984 foram realizadas medidas de poluição do ar. A concentração média de material particulado inalável no período foi de 181 μg/m³ em Vila Parisi e 69,4 μg/m³ no Centro, ou seja, valores 230 e 26% acima do padrão de qualidade do ar anual (Kerr, 1995).

Para reverter essa situação, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) implantou naquele mesmo ano um programa de controle com o intuito de proteger a sociedade e o meio-ambiente. Seu principal objetivo era reduzir esse quadro de crítico para aceitável em cinco anos. De acordo com Madeira (1995), na época da implantação do programa foram identificadas 320 fontes de poluição e em 1992, de acordo com a CETESB, 90% das fontes já se encontravam devidamente controladas quanto a sua capacidade poluidora (CETESB,2008).

Entretanto, apesar do controle das emissões, ainda há ultrapassagens do padrão de qualidade do ar, principalmente na estação da Vila Parisi. De acordo com a CETESB, nos últimos dez anos de monitoramento, apenas o ano de 2002 não apresentou ultrapassagem desse padrão.

A qualidade do ar depende não somente da quantidade de material emitido, mas também das condições meteorológicas, que dispersam este material, e das reações químicas que podem acontecer na atmosfera.

Desta forma, neste trabalho, são apresentados resultados

Antes de avaliar o material particulado de Cubatão, é necessário fazer uma climatologia para melhor se conhecer a região e assim fazer uma análise futura mais detalhada.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Dados de temperatura, umidade relativa (UR), velocidade do vento (VV) e material particulado (MP10), entre outros, coletados nas estações da rede de monitoramento da CETESB com freqüência horária estão disponibilizados pelo Sistema de Informação de Qualidade do Ar

(http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_qualar.asp). A partir de tais dados, foi possível fazer obter as médias horárias e mensais desses parâmetros.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados apenas os resultados para a estação de Cubatão-Centro, para o período de cinco anos (2005-2009).

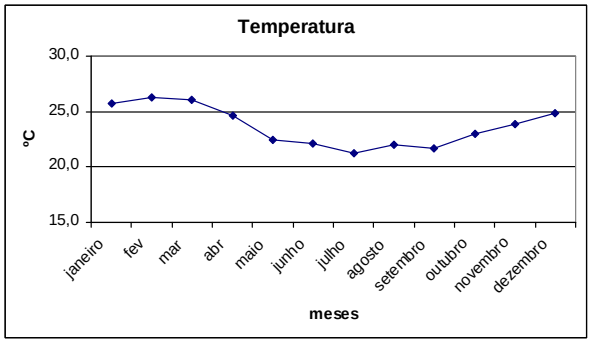

Figura1: Variação anual da temperatura na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

A temperatura média anual de Cubatão é de 23,6 ^{o}C. Nota-se que há pouca variação durante o ano, estando entre 21,2 $^{\circ}$C em julho e 26,3^{o}C em fevereiro. Esta pequena amplitude térmica anual (5,1°C) condiz com a localização da estação, próxima ao oceano Atlântico.

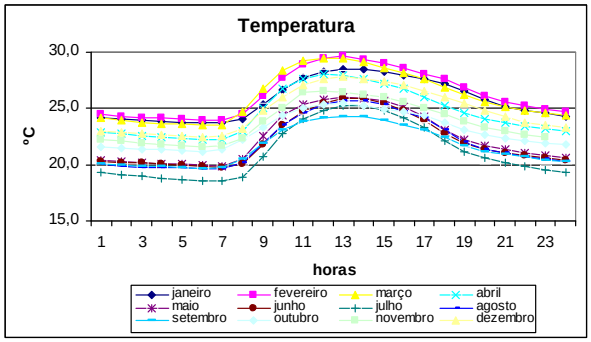

Figura 2: Variação mensal da temperatura na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

Na figura 2 pode-se notar a variação média das temperaturas durante o dia em cada mês. Observa-se que as temperaturas mínimas são atingidas por volta das 6 e 7 HL, com mínima de 18,5 ^{o}C em julho, enquanto que as máximas são atingidas entre 12 e 14 HL, com máximo de 29,7 ^{o}C em fevereiro.

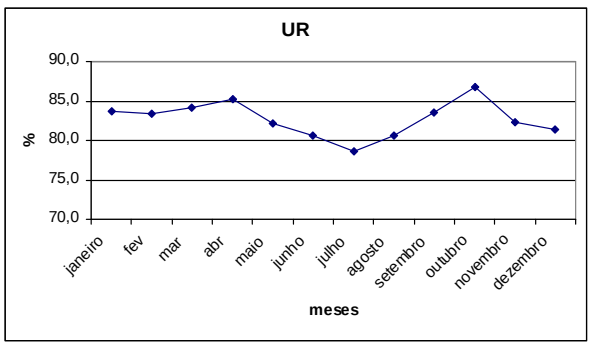

Figura 3: Variação anual da umidade relativa na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

A umidade relativa média de Cubatão é de 82,7%. Na figura 3, nota-se que a umidade relativa média anual varia entre 78,6% em julho e 86,7% em outubro. Tais valores médios relativamente altos também condizem com a proximidade do mar.

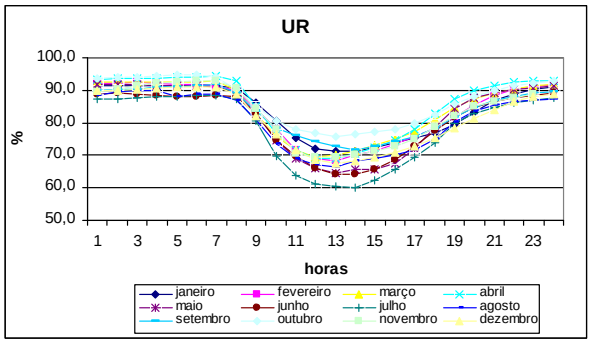

Figura 4: Variação mensal da umidade relativa na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

A variação diurna mensal da umidade relativa mostra que as umidades relativas máximas são atingidas de madrugada, entre 0 e 7 HL, mais freqüentemente por volta das 6 e 7 HL, com 94,9% em outubro. As umidades relativas mínimas são atingidas entre 12 e 14 HL, com mínimo de 60,3% em julho.

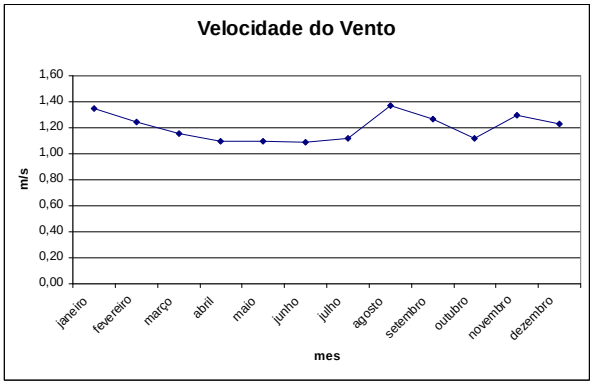

Figura 5: Variação anual da velocidade do vento na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

A velocidade média do vento é de 1,2 $m.s^{-1}$. A maior intensidade média mensal ocorre em agosto, com 1,4 $m.s^{-1}$ e as menores, entre abril e julho, com 1,1$m.s^{-1}$.

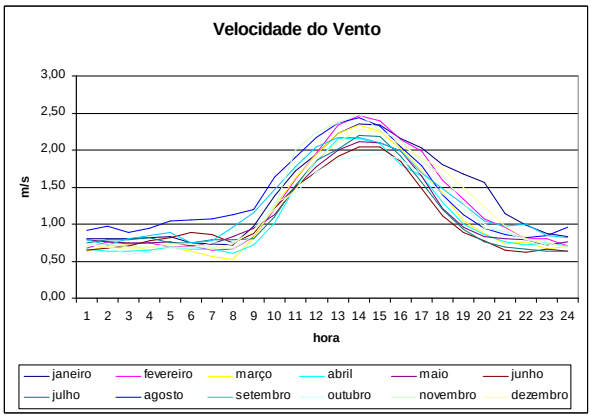

Figura 6: Variação mensal da velocidade do vento na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

Com relação à variação ao longo do dia, nota-se que ventos calmos (menores que 1$m.s^{-1}$) são observados entre 22HL e aproximadamente 08HL, atingindo intensidade máxima por volta das 14HL.

3.1-Padrões médios de Material Particulado Inalável

Da mesma forma que para as variáveis meteorológicas, foi feita uma média das concentrações de material particulado inalável (MP10) para a estação centro de Cubatão para os anos de 2005 a 2010.

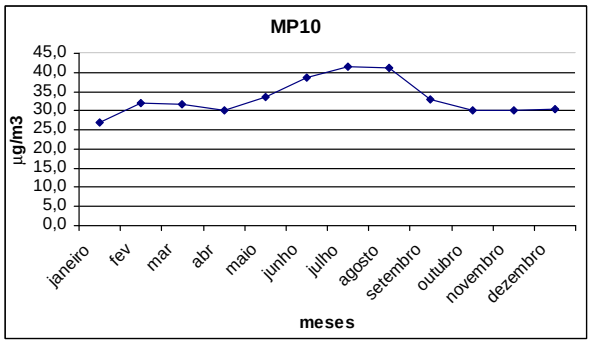

Figura 7: Variação anual do material particulado na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

As maiores concentrações médias no ano são encontradas em julho, 41,7µg.m^{-3}. As menores concentrações, em janeiro: 27,0µg.m^{-3}. Nota-se que a evolução anual possui valores maiores durante o inverno, causadas por menor ventilação e precipitação e maior estabilidade atmosférica. Enquanto que no verão a atmosfera está mais instável, causando chuvas de verão que limpam a atmosfera, diminuindo as concentrações de material particulado.

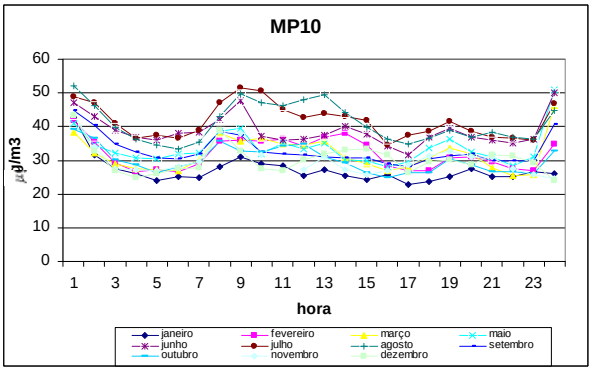

Figura 8: Variação mensal do material particulado na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

Diferentemente das variáveis meteorológicas, o MP10 apresenta grande variação horária entre os meses para o período estudado (apenas cinco anos). No gráfico seguinte, foi feita uma média anual para a variação ao longo do dia.

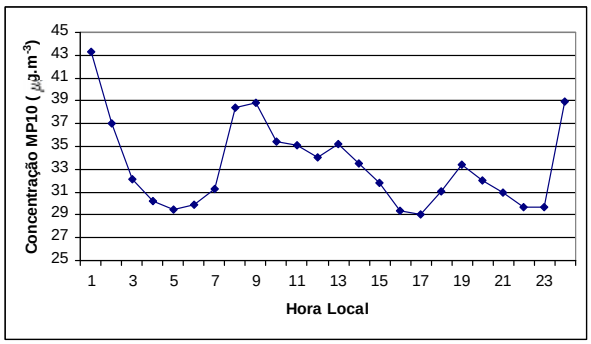

Figura 9: Variação diurna do material particulado na estação de Cubatão-Centro para os anos de 2005 a 2009.

Neste caso, observa-se melhor o pico de maior concentração à 1HL, o segundo máximo às 09HL e o terceiro, às 19HL. Tanto o das 09 quanto o das 19HL estão provavelmente associados às emissões locais veiculares. Já o pico da 01HL está associado à menor altura da camada de mistura e pode também estar associado a alguma emissão industrial. O decréscimo as concentrações após este horário pode estar

associado à ventilação e diminuição de emissões, enquanto o decréscimo entre 9 e 17HL está associado ao desenvolvimento da camada de mistura junto com a ventilação da brisa marítima.

4 – CONCLUSÕES

A temperatura média anual de Cubatão (estação Centro) é de 23,6ºC, com pequena amplitude térmica, de aproximadamente 5°C. A umidade relativa média anual é de 82,7%, com pouca variação ao longo do ano (menos de 10%). Tanto a variação da temperatura quanto a de umidade relativa estão relacionadas com a proximidade do mar, que faz com que os gradientes sejam menores. A velocidade média do vento é de 1,2m.s-1, com variação de 0,09m.s-1 ao longo do ano.

Com relação ao material particulado, a concentração média é de 33,3µg.m^{-3}. Com relação à variação diurna, notam-se dois picos, um durante a madrugada (43µg.m^{-3}) e outro durante a parte da manhã (39µg.m^{-3}). Esses picos podem estar associados a alguma emissão industrial e veicular, respectivamente.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTANHO, A. D. A. (1999). **A determinação quantitativa de fontes de material particulado na atmosfera da cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, IFUSP.

CETESB, 2008. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**, São Paulo, Brasil Série Relatórios ISSN-0103-4103.

DIEHL, P. **Estudo da Circulação Atmosférica na Região de Cubatão - São Paulo: Impactos Sobre a Dispersão de Poluentes.** 1995. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo.

KERR, A.A.F.S. **Parametrização da Dispersão de Poluentes e sua Associação com Modelos Receptores em Cubatão.** 1995. Tese (Doutorado) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo.

www.cepema.usp.br

www.cetesb.sp.gov.br